



Fizik III DERSİ

1. ÜNİTE TERMODİNAMİK

Prof. Dr. İlbilge DÖKME



UZAKTAN EĞİTİM UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

telefon 0(312) 202 82 00 • eposta guzem@gazi.edu.tr • adres Gazi Üniversitesi Rektörlük Binası No:6/1

guzem.gazi.edu.tr • uzaktanegitim.gazi.edu.tr • lms.gazi.edu.tr

KONULAR



- Isı ve Sıcaklık
- Maddenin Isısal Özellikleri
- Termodinamik Yasaları
 - ❑ Sıfırinci yasa
 - ❑ Birinci Yasa (Enerji Korunumu)
 - ❑ İkinci Yasa (Entropi-Tersinir ve Tersinmez Olaylar-Verim ve Entropi)
 - ❑ Üçüncü Yasa (Mutlak Entropi-Mutlak Sıfır)



ISI VE SICAKLIK

İç Enerji

İç enerji ya da termal enerji bir sistemin mikroskopik boyutlardaki enerjisidir. Sistemin atomlarının veya moleküllerinin **kinetik ve potansiyel** enerjilerinin toplamıdır.

Kinetik: Moleküllerin hareketinden dolayı sahip oldukları enerji (taneciklerin öteleme, dönme ve titreşim hareketleri)

Potansiyel: Moleküller arası bağların enerjileri (atomlar ve/veya molekülleri bir arada tutan potansiyel enerjiler)

Bir sistem yalıtılmış da olsa, yani çevresiyle ısı temas halinde olmasa da, sistemin iç enerjisi vardır. İç enerji skaler bir büyüklüktür ve türetilmiş bir niceliktir, **U** simgesiyle gösterilir. Birimi enerji birimiyle aynıdır, joule (J)'dür.

<https://fizikdersi.gen.tr/ic-enerji-nedir-nasil-olculur/>





İç enerji madde miktarına ve sıcaklığa göre değişir

İç enerji **madde miktarına** göre değişir. Örneğin, aynı sıcaklıktaki bir bardak suyla bir küvet dolusu suyun iç enerjisi farklıdır. Küvetteki su bardaktakinden çok fazla olduğu için ve ikisi de aynı sıcaklıkta olduğu için küvetteki suyun iç enerjisi daha fazladır.

İç enerji **sıcaklığa** göre de değişir. Sıcaklığı yüksek bir sistemin iç enerjisi de aynı cins ve aynı miktarda madde olan daha düşük sıcaklıktaki bir sistemden fazladır. Ütü çok sıcak derken ütünün ısısı çok fazla demek istemiyoruz, ütünün iç enerjisi fazla demek istiyoruz. Çünkü ısı ütünün bir özelliği değildir, ama iç enerji ütünün özelliğidir.

<https://fizikdersi.gen.tr/ic-enerji-nedir-nasil-olculur/>

İç enerji doğrudan ölçülemez

Doğrudan ölçülemez ancak iç enerjideki değişim ölçülebilir. İç enerjideki değişim sisteme verilen ısı ve yapılan işin toplamına eşittir.

$$\Delta U = Q + W$$

Eğer sisteme ısı verilmiş ya da sistem üzerine iş yapılmışsa iç enerji artar. Eğer sistem dışarıya ısı vermiş ya da sistem iş yapmışsa iç enerji azalır.

Mutlak Sıfır Noktası

Tüm atomların ve moleküllerin hareketleri mutlak sıfırda, $-273,15^{\circ}\text{C}$ yani 0 K sıcaklıkta sona erer. Moleküllerin kinetik enerjisi kalmaz. Hiç bir maddeyi mutlak sıfır sıcaklığının altına soğutmak mümkün değildir. Bu nedenle tüm maddelerin iç enerjisinin en az olduğu sıcaklık mutlak sıfırdır.

<https://fizikdersi.gen.tr/ic-enerji-nedir-nasil-olculur/>





Isı ve Sıcaklık

Isı, iç enerjideki değişimdir. Bir maddenin iç enerjisinin doğrudan ölçülemez, ancak termal etkileşimle iç enerjideki azalma veya artma yani ısı kalorimetre ile ölçülür.

Sıcaklıkları farklı iki madde arasında alınıp verilen enerji ısıdır. Sıcaklıkları eşit iki madde arasında ısı aktarımı gerçekleşmez. İki maddeden birinin sıcaklığının diğerinden farklı olması halinde, sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye enerji aktarılır. Isı, bir enerji olduğu için birimi joule (j)'dur. Bir başka ısı birimi ise kalori (cal)'dir. (1 kalori = 4,18 joule dür.)

Sıcaklık ise ısıdan da iç enerjiden de tamamen farklıdır, bir sistemin moleküllerinin sahip olduğu ortalama kinetik enerjiyle ilişkili temel büyüklüktür. <https://fizikdersi.gen.tr/ic-enerji-nedir-nasil-olculur/>

Isı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşüm değeri, mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüşüm değerine eşittir.



Isı, sıcaklığı yüksek olan sistemden daha düşük olan sisteme doğru akar.

Sıcaklıkları farklı olan ve etkileşen iki sistem arasındaki ısı alış veriş i iki sistem ortak sıcaklığa gelinceye kadar sürer.

Enerji korunumundan, alınan ısı verilen ısıya eşittir.

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2258/mod_resource/content/2/Konu-7.pdf

MADDENİN ISISAL ÖZELLİKLERİ

Bir sisteme ısı verildiğinde sistemin ya sıcaklığı artar ya da sistem hal değiştirir. Örneğin, kaynama noktasına ulaşmamış sıvı haldeki bir maddeye ısı verildiğinde sıcaklığı artar. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkinin matematiksel modeli şöyledir:

$$Q = mc\Delta T$$

Q verilen ısıyı, m maddenin kütlesi, c maddenin öz ısını, ΔT sıcaklık değişimini gösterir.

$$\Delta T = T_{\text{son}} - T_{\text{ilk}}$$

şeklinde hesaplanır.

Öz ısı maddeleri karakterize eden ısısal bir özelliğidir.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri//>



Kütleleri eşit olan iki farklı madde aynı miktarda enerji aldığında yada verdiğiinde, bu maddelerin sıcaklıklarındaki değışim miktarları farklı olur. Isı ve sıcaklıkla ilişkili maddeler arasındaki bu farkı **öz ısı** kavramı açıklar.

Öz ısı bir saf maddenin birim kütlesinin (1 kg ya da 1 g) sıcaklığını 1 °C (ya da 1 K) artırmak için verilmesi gereken ısı miktarıdır. Birimi **J/kg°C** ya da **J/kgK** olarak verilir ama **cal/g°C** da kullanılabilir. **c** (küçük harf c) simgesiyle gösterilir. Türetilmiş ve skaler bir büyüklüktür. Öz ısı maddelerin ayırd edici özelliğidir.

Her maddenin öz ısısı farklıdır. Örneğın, 1 kg zeytin yağının sıcaklığını 1 °C artırmak için 1968 J ısı gerekirken, 1 kg suyun sıcaklığını 1 °C artırmak için 4186 J ısı vermek gerekir.

Ayrıca aynı maddenin farklı hallerinde öz ısı değışir. Örneğın, buzun (katı) öz ısısı 2100 J/kg°C, suyun (sıvı) 4186 J/kg°C, su buharının (gaz) öz ısısı 2010 J/kg°C'dir.

Aşğıdaki tabloda farklı maddelerin öz ısıları hem cal/g°C hem de J/kg°C cinsinden gösteriliyor.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri//>

Madde türü	Öz ısı (cal / g°C)	Öz ısı (J / kg°C)
Su	1	4186
Buz	0,5	2100
Su buharı	0,48	2010
Zeytin yağı	0,47	1968
Etil alkol (0 °C de)	0,55	2300
Alüminyum (katı)	0,21	880
Demir (katı)	0,11	448
Bakır (katı)	0,09	387
Kurşun (katı)	0,03	128
Gümüş (katı)	0,06	234
Cıva (sıvı)	0,033	140
Cam	0,2	840



<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri//>

UZAKTAN EĞİTİM UYGULAMA
VE ARAŞTIRMA MERKEZİ



guzem.gazi.edu.tr • uzaktanegitim.gazi.edu.tr • lms.gazi.edu.tr



DISTANCE EDUCATION
APPLICATION & RESEARCH CENTER

Isı sığası bir maddeye aktarılan ısıнын sıcaklık değişimine oranıdır. Herhangi miktarda bir maddenin sıcaklığını 1 °C (ya da 1 K) artırmak için verilmesi gerekli olan enerji miktarına ısı sığası denir. Isı sığasının tanımında, öz ısının aksine, kütle miktarına oran yoktur. Bu nedenle maddenin ayırt edici bir özelliği de değildir, kütle arttıkça ısı sığası artar. Isı sığası **C** (büyük harf C) ile gösterilir.

Q = mcΔT formülünü

$$mc = \frac{Q}{\Delta T}$$

C = mc olarak tanımlanırsa,

C ısı sığası anlamına gelir. Yani ısı sığası bir maddenin kütlesiyle öz ısısının çarpımına eşittir. Skaler ve türetilmiş bir büyüklüktür. Birimi **J/°C** veya **J/K** olarak verilir ama **cal/°C** olarak da kullanıldığı olur. Bu durumda ısı sıcaklık ilişkisi formülü

Q = CΔT olur.

Öz ısı ve ısı sığası için örnek soru çözümleri aşağıdaki kaynak linkinde var.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>



Isıl denge

Isıl temas halindeki iki sistemde, ısı, yüksek sıcaklıklı sistemden düşük sıcaklıklı sisteme doğru aktarılır. Sistemin sıcaklığı birbirine eşit olduğu zaman net ısı aktarımı durur. Birinci sistemden ikinci sisteme enerji aktarılabilir, ama bu enerji miktarı ters yönde aktarılan, yani ikinci sistemden birinci sisteme aktarılan enerjiye eşittir. Net ısı alış veriş sıfırdır. Isıl denge iki sistem arasındaki ısı alış verişinin sona ermesi yani iki sistemin aynı sıcaklığa ulaşması anlamına gelir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta **net enerji alış verişinin (yani ısının)** sıfır olmasıdır, bir sistem diğerine hala enerji aktarabilir ama aynı miktarda enerji de ikinci sistemden birinciye aktarılır. Denge sıcaklığı da ısı dengeye erişildiğinde sistemlerin ortak sıcaklığıdır. Isıl denge için sistemlerin sıcaklıklarını aynı olması zorunludur, aynı değilse ısı dengede olamazlar.

Isıl denge örnek problemleri kaynak sitesinde mevcuttur.

<https://fizikdersi.gen.tr/isil-denge-denge-sicakligi-nedir/>



Isıl dengeye ulaşana kadar iki sistem için:

$$Q = Q_{\text{Alınan}} + Q_{\text{Verilen}}$$

Isıl dengede net ısı sıfır olduğu için:

$$Q = 0$$

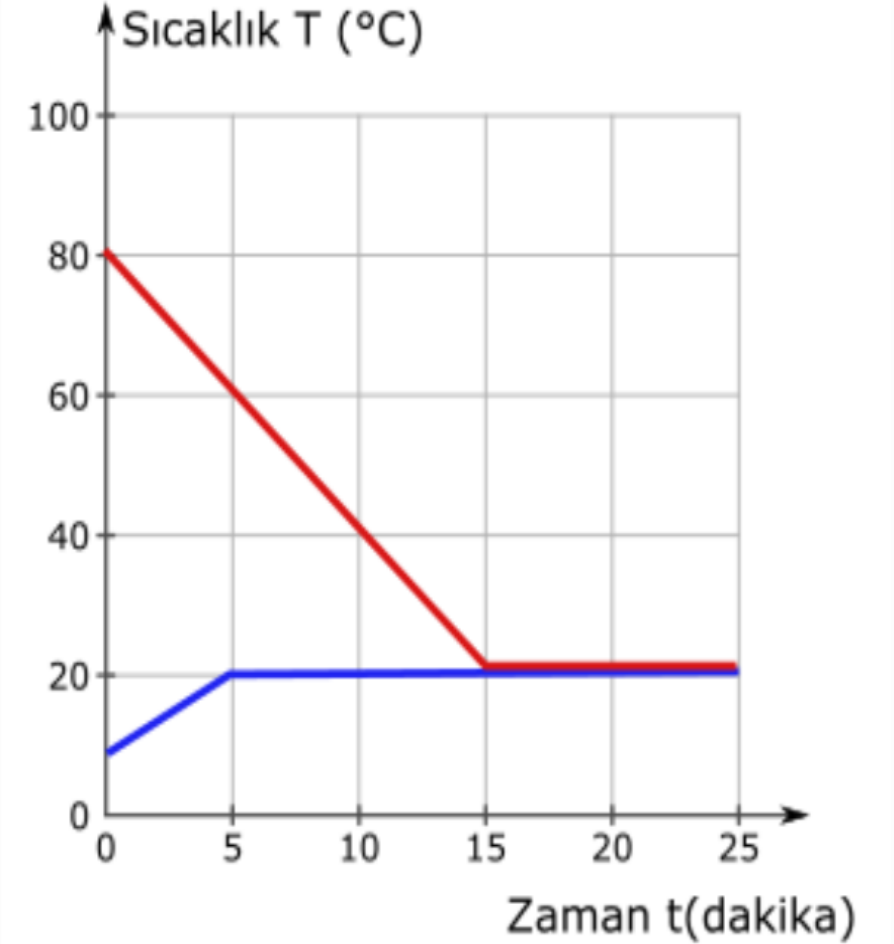
$$Q_{\text{Alınan}} = - Q_{\text{Verilen}}$$

$$\text{Alınan ısı} = - \text{Verilen ısı}$$

Isıl denge sıcaklık zaman grafiği

Mutfakta iki bardağın birine buzdolabından yeni çıkmış soğuk su, diğerine aydanlıktan sıcak su koyarsanız bu suların sıcaklığı bir süre sonra nasıl değişir? Bir süre sonra soğuk su ısınır, sıcak su soğur. Eğer ikisinin de sıcaklığını ölçerseniz aynı olduğunu görürsünüz. Çünkü, her iki bardaktaki su da mutfaktaki hava ile ısıl dengeye ulaşmış ve denge sıcaklığına erişmiştir.

Grafikte sıcaklık zaman grafiği soğuk suyun (mavi çizgi) ve sıcak suyun (kırmızı çizgi) zamana göre sıcaklıklarının nasıl değiştiğini gösteriyor. Soğuk su 10 C'den oda sıcaklığına yani 20 C'ye 5 dakikada ulaşmış, sonra hep 20 C'de kalmış. Sıcak su 80C'den oda sıcaklığına 15 dakikada ulaşmış, sonra onun da sıcaklığı 20 C'de sabitlenmiş. Hem sıcak su hem de soğuk su mutfaktaki hava ile ısıl dengeye ulaşmış.



<https://fizikdersi.gen.tr/isil-denge-denge-sicakligi-nedir/>

Isı iletim hızı

Enerjinin aktarılma yollarından biri ısıdır. Isının yayılma yollarından biri de iletimdir. Isı iletim hızı ya da enerji iletim hızı bir maddede birim zamanda aktarılan ısı miktarıdır. Birimi J/s yani W olarak belirtilir, güç ile aynı birimdedir. **Isı iletim hızı maddenin türüne, kesit alanına, ısıнын iletildiği uçlar arasındaki sıcaklık farkına ve maddenin kalınlığına bağlıdır.**

Çıplak ayakla betona basma üşütür hasta olursun! Ama haliya basabilirsin. Özellikle soğuk havalarda aynı odada çıplak ayakla betona ve haliya bastığımızda, betonun daha soğuk olduğunu hissederiz. Aslında uzun süredir aynı odada oldukları için beton ve halı ısı dengededir yani aynı sıcaklıktadır. Beton da halı da ayağımızdan daha soğuktur. Sıcaklığı daha yüksek olan ayağımızın altından sıcaklığı daha düşük olan betona ve haliya ısı iletilir. Peki bize neden beton daha soğuk gelir? Çünkü beton ısıyı haliya göre çok daha hızlı iletir, yani ısı iletkenliği halıninkinden daha yüksektir. Betona değen ayağımızın sıcaklığı haliya değene göre daha hızlı düşer. <https://fizikdersi.gen.tr/isi-iletim-hizi-nedir-tanim-ornekler/>



Bir başka örnek de yemek yaparken metal ya da tahta kaşık kullanmaktır. Eğer metal kaşık kullanırsanız eliniz yanar. Çünkü metal kaşık ısıyı hızlı iletir, elinizin sıcaklığını çabuk yükseltir. Ama tahta kaşık kullanırsanız yanmaz. Çünkü tahtanın ısı iletim katsayısı metalinkinden düşüktür, ısıyı daha yavaş iletir.

Isı iletkenliği ya da ısı iletkenlik bir maddenin ısıyı ne kadar iyi iletebildiğini gösteren bir özelliktir. Maddelerin ayırt edici bir özelliğidir. Isı iletim katsayısı da denir, **k** simgesiyle gösterilir. Birimi W/mK 'dir.

Kıyaslamak için aşağıdaki tabloda çeşitli maddelerin ısı iletkenliğini gösteren ısı iletim katsayıları veriliyor. Tablodaki değerler $25\text{ }^{\circ}C$ 'de ölçülmüştür.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>



Madde türü	Isı iletkenliği (W / mK)
Alüminyum	205
Argon	0,016
Bakır	401
Beton	0,7
Cam	1,05
Demir	80
Elmas	1000
Gümüş	429
Hava	0,024
Koyun yünü	0,039
Tuğla	0,6



<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>

Metallerin ısı iletim hızlarının yüksekliğine dikkat edin. Kalorifer petekleri, sobalar ve tencereler ısıyı hızlı ilettikleri için metallerden yapılır.

Isıyı yavaş iletmesi istenen durumlarda ısı yalıtkanı olan yani ısı iletim katsayısı düşük olan malzemeler kullanılır. Örneğin, pencere camları çift cam olarak tasarlanır ve iki cam katmanının arasına hava ya da ısı iletkenliği daha da düşük olan bir gaz konulur. Benzer şekilde termoslarda da termosun sıvı konulan iç haznesiyle dışı arasında hava bulunur, havanın ısı iletkenliği düşük olduğu için sıvının sıcaklığı uzun süre korunur.

Çatılarda izocam, binaların dışlarında mantolama ve köpük kullanılmasının da nedeni ısı yalıtımını sağlamak için ısı iletkenliği düşük olan bu malzemelerle ısıнын kaçtığı bölgeleri kaplamaktır.



<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>

Kesit alanı

Soğuk bölgelerde pencereler neden küçük yapılır? Çünkü pencerenin kesit alanı büyüdükçe ısı iletim hızı artar. Benzer şekilde soğuk bir duvara avcunuzun tamamıyla dokunursanız, bir parmağınızın ucuyla dokunmanıza göre eliniz daha çabuk soğur. Isı iletim hızı kesit alanla doğru orantılıdır, kesit alan arttıkça artar.

Isının iletildiği uçlar arasındaki sıcaklık farkı

Hava çok soğuk olduğu zaman mı yoksa ılık olduğu zaman mı bir pencerenin iç tarafından dış tarafına ısı daha çabuk akar? Elbette çok soğuk olduğu zaman. Ilık bir metal çay kaşığı mı yoksa çok sıcak olan mı elinizi daha çabuk yakar? Elbette çok sıcak olan. Bu örneklerde görüldüğü gibi ısı iletim hızı bir maddenin iki ucu arasındaki sıcaklık farkına bağlıdır. Sıcaklık farkı arttıkça ısı iletim hızı artar.

Maddenin kalınlığı

Kışın neden kalın giysiler giyeriz? Kutup hayvanlarının derileri neden kalındır ve derilerinin altında kalın bir yağ tabakası vardır? Bir ucu ateşin üstündeki demir bir maşayı, ortasından mı yoksa uzak ucundan mı tutarsak elimiz daha hızlı yanar? Bu örneklerin hepsi ısı iletim hızının maddenin kalınlığıyla ters orantılı olduğunu gösteriyor. Kalın olan bir maddenin ısı iletim hızı yavaştır.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>



Isı iletim hızı formülü

Resimdeki dikdörtgenler prizması şeklindeki bir bloğun üzerinde gösterilen değişkenlere göre ısı iletim hızının matematiksel modeli şöyledir:

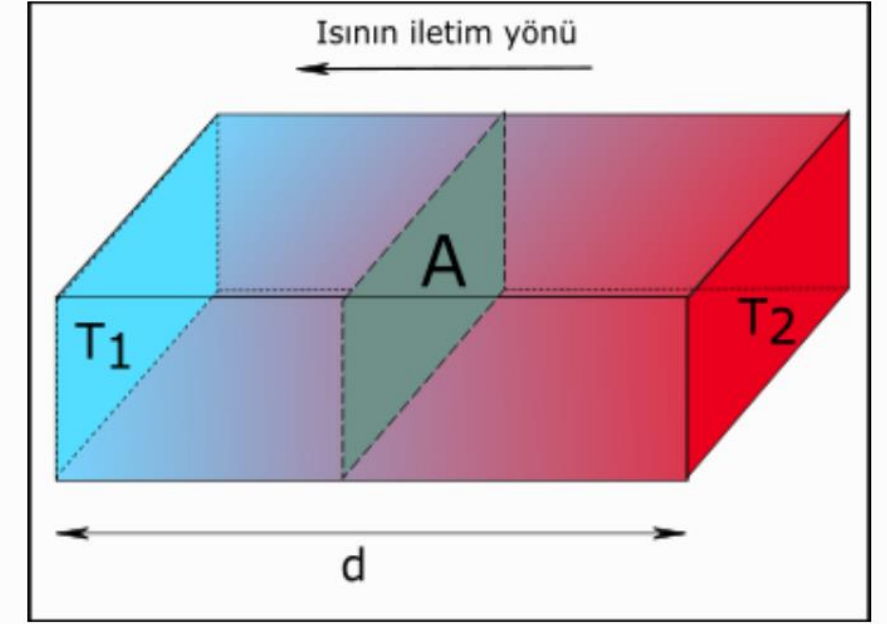
$$\frac{Q}{\Delta T} = k \frac{A \Delta T}{d}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$



Δt ısı iletimi sırasında geçen süreyi,
 k maddenin ısı iletim katsayısını,
 ΔT iki uç arasındaki sıcaklık farkını,
 A maddenin kesit alanının büyüklüğünü,
 d maddenin uçları arasındaki uzunluğu gösterir.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>



Isının yayılması: iletim, konveksiyon, ışıınım

Sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı düşük başka bir sisteme enerji aktarmanın yolu ısıdır. Isının yayılma yolları ise ortam da madde bulunup bulunmamasına ya da maddenin haline göre farklılık gösterir. Isının yayılma yolları iletim, konveksiyon ve ışıınımdır. İletim ve konveksiyon maddenin taneciklerinin etkileşmesiyle, ışıınım elektromanyetik dalgalarla enerjinin yayılmasıdır.

İletim birbiriyle doğrudan temas halinde olan sistemler arasında ısıнын aktarılmasıdır. Isı bir cismin sıcaklığı yüksek olan ucundan sıcaklığı düşük olan ucuna doğru iletilir. Metal bir kaşığı ocağın üstüne koyup ısıtırsanız, ısı sıcak uçtan soğuk uca doğru aktarılır. Isınan uçtaki metal taneciklerinin titreşim hareketleri hızlanır, kinetik enerjileri artar. Bu taneciklerinin kendileri metal çubuk boyunca öteleme hareketi yapmaz, ama yanlarındaki taneciklere çarparak onların da daha hızlı titreşmesine neden olur. Böylece zamanla tüm çubuğun sıcaklığı yükselir.



Sonunda da eliniz yanar. Isı iletkenliği yüksek olan bir maddede ısı daha hızlı aktarılır. Metallerin ısı iletkenliği yüksekken, ametallerin ve gazların ısı iletkenliği düşüktür. Isıyı iyi iletmeyen maddelere yalıtkan denir. Örneğin, tahta metale göre ısıyı daha yavaş iletir, bu nedenle yemek yaparken tahta kaşık kullanılır.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>

Konveksiyon (taşıma) yoluyla ısıнын yayılması

Enerji akışkanlarda (sıvı ve gazlarda) bir bölgeden başka bir bölgeye konveksiyon yoluyla aktarılır. Akışkanın bir bölgesindeki iç enerjisi yüksek olan tanecikler bütün olarak iç enerjisi daha düşük olan başka bir bölgeye doğru hareket eder. Çünkü sıcaklık arttıkça sıvı ve gazlar genleşir, hacimleri artar. Hacimleri arttığı ve kütleleri değişmediği için öz kütleleri azalır. Sıcaklığı artıp öz kütlesi azalan akışkan yükselir, daha soğuk ve öz kütlesi daha az olan akışkan alçalır. Örneğin, kalorifer petekleri konveksiyon yoluyla odadaki havayı ısıtır. Peteklere yakın olan havanın sıcaklığı artar, öz kütlesi azalır ve hava odanın tavanına doğru yükselir. Tavandaki soğuk havanın öz kütlesi daha büyük olduğu için odanın tabanına doğru hareket eder. Bu bir döngü şeklinde odadaki havanın ısınmasını sağlar.



Bir başka örnek de içine gıda boyası damlatılıp ısıtılan su dolu bir kaptır. Kap alttan ocakla ısıtıldıkça, kabın alt bölgesindeki su molekülleri kabın üstüne doğru hareket eder. Kabın üstündeki su molekülleri ise kabın altına doğru alçalır. Resimdeki boyanın yayılma şekli sıvıdaki hareketi gösteriyor.

<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>

Işınım (radyasyon) yoluyla ısıнын yayılması:

Isınan tüm maddeler sıcaklığına bağlı olarak çevreye elektromanyetik ısınım şeklinde enerji yayar. Sıcaklığı arttıkça bir maddenin yaydığı ısınım miktarı da artar. Ayrıca tüm maddeler elektromanyetik ısınımı soğurur. Güneş'in yaydığı ısınım enerjisi Dünya'daki herşey tarafından soğrulur.

Işınım diğer ısı yayılma yollarından farklıdır, madde tanecikleriyle gerçekleşmez, dalgalarla gerçekleşir. Elektromanyetik dalgalar boşlukta yayılabilir. Bu nedenle Güneş Dünya'dan 150 milyon kilometre uzakta olmasına rağmen, Güneş'in enerjisi Dünya'ya ulaşır.

Siyah ve mat renkli maddeler, beyaz ve parlak olanlara göre ısınımı daha iyi yayar ve soğurur. İtfaiyecilerin kıyafetleri ısıyı daha az soğursun diye parlak ve yansıtıcı malzemelerden yapılır. Resimdeki demir çubuğun ucu o kadar sıcak ki kırmızı olmuş. Çubuk bir yandan ısımayla çevreye ısı yayıyor. Ayrıca çubuğun arkada kalan kısmına iletim yoluyla ısı aktarılıyor. Çubuğun etrafındaki hava ısınıyor, göremiyoruz ama havada da konveksiyon yoluyla ısı yayılıyor.



<https://fizikdersi.gen.tr/oz-isi-isi-sigasi-nedir-isi-sicaklik-grafikleri/>

Hal değişimi nedir? Erime buharlaşma süblimleşme

Hal değişimi bir saf maddenin bir halden başka bir hale dönüşmesidir.

Bir madde ısı aldığında ya da verdiğinde maddenin ya sıcaklığı değişir ya da hal değiştirir. Maddenin hal değişimleri katı, sıvı, gaz halleri arasındaki değişimlere göre adlandırılır. Plazma hali bu konuda kapsamıyor. Aşağıdaki tablo maddenin halleri arasındaki değişimlerin adlarını gösteriyor.

Hal	Katı	Sıvı	Gaz
Katı	–	Erime	Süblimleşme
Sıvı	Donma	–	Buharlaşma
Gaz	Kırağılaşma	Yoğunlaşma	–



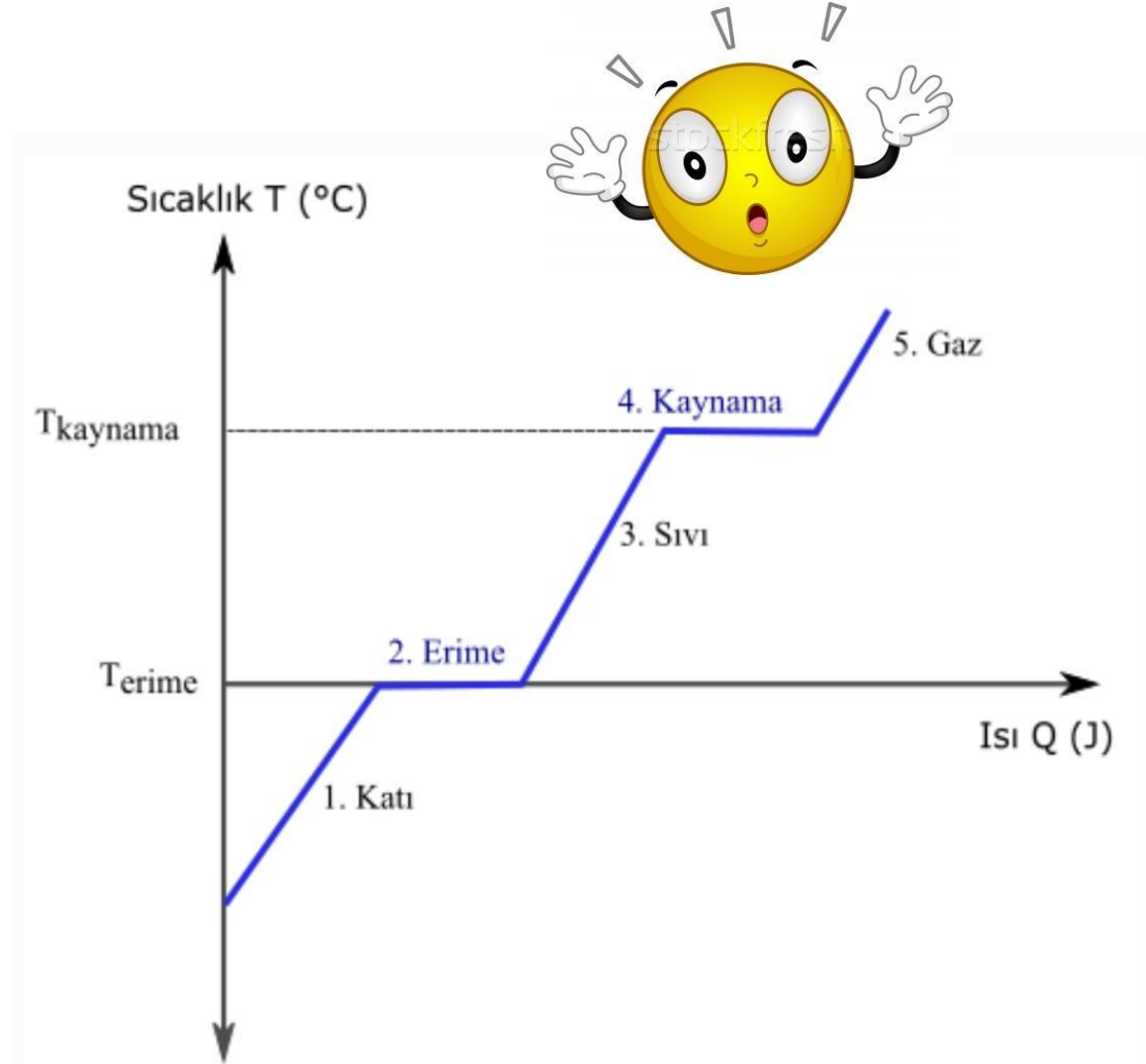
<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Bir saf maddeye ısı verildiğinde sıcaklığının nasıl değiştiğini ve hangi sıcaklık noktalarında hal değişimi olduğunu aşağıdaki grafik gösteriyor.

Maddeye sürekli ısı veriliyor. Bu sırada şu süreçlerden geçiyor:

1. Madde önce katı haldeyken ısı verilince sıcaklığı artıyor.
2. Sonra ısı verilmeye devam edildiği halde sıcaklığı değişmiyor, eriyor.
3. Erime süreci bittikten sonra ısı verilmeye devam edildiği için madde sıvı haldeyken sıcaklığı artıyor.
4. Maddeye ısı verildiği halde sıcaklık değişmiyor, kaynıyor.
5. Gaz haline dönüşen maddeye ısı verilmeye devam edildiği için sıcaklığı artmaya devam ediyor.

Grafikte hal değişimi mavi çizginin yatay eksene (ısı eksenine) paralel olduğu yerlerde gerçekleşiyor.



<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Erime

Maddenin katı halden sıvı hale değişmesine geçmeye **erime** olayı ya da süreci denir. Maddenin erimesi için dışarıdan enerji alması gerekir. Saf maddelerde erime sadece belirli bir sıcaklıkta gerçekleşir. Bu sıcaklığa saf maddenin erime oktası ya da **erime sıcaklığı** denir. Erime süreci şöyle gerçekleşir:

1. Madde katı haldeyken, tanecikler arası çekim kuvvetinden dolayı, tanecikler sıkı sıkıya birbirine bağlıdır.
2. Dışarıdan ısı verildiğinde katı maddenin tanecikleri daha hızlı titreşim hareketi yapmaya başlar, kinetik enerjileri artar.
3. Erime sıcaklığına ulaşıldığında taneciklerin enerjisi, tanecikler arası çekim kuvvetini aşmaya yeterli olur.
4. Tanecikler katı haldeki belirli yerlerinden ayrılır ve madde sıvı hale dönüşür. Örneğin, su 0 °C'de donar ve buz da 0 °C'de erir.



<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Donma

Sıvı halden katı hale geçmeye **donma** olayı ya da süreci denir. Madde donarken çevreye enerji verir. Saf maddelerde donma sadece belirli bir sıcaklıkta gerçekleşir, bu sıcaklık maddenin **donma noktası** ya da **donma sıcaklığı** olarak adlandırılır. Donma süreci şöyle gerçekleşir:

1. Sıvı haldeki maddenin tanecikleri arasında çekim kuvveti hala vardır, ama öteleme ve titreşim hareketi yapabilirler.
 2. Çevreye ısı verdiği zaman sıvının taneciklerinin kinetik enerjisi azalır dolayısıyla hareketleri yavaşlar.
 3. Donma sıcaklığına erişildiğinde tanecikler arası çekim kuvveti taneciklerin kinetik enerjilerini yenecek kadar güçlü olur.
 4. Tanecikler belirli bir konumda sabitlenir ve sadece titreşim hareketi yapabilir hale gelir. Madde katı hale dönüşür.
- Örneğin, su 0 °C'de donar, buz da 0 °C'de erir.



<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Buharlaşma

Bir sıvının **kaynamadan** gaz haline geçmesine **buharlaşma** olayı ya da süreci denir. Buharlaşmada sıvı çevreden enerji alır. Buharlaşma **her sıcaklıkta** olur. Ama yüksek sıcaklıklarda sıvı daha hızlı buharlaşır. Sıvıda moleküller sürekli rastgele hareket ederler ve birbirlerine çarparlar. Sıvının yüzeyine yakın bir yerde bir molekül yeterli hıza yani kinetik enerjiye sahip olursa, sıvının yüzeyinden ayrılır. Tamamen bağımsız hareket edebilir hale gelir ve gaz haline dönüşür. Kaynama ve buharlaşma farklı süreçlerdir.

Örneğın, kolonyayı elinize dknce kısa bir süre içinde sıvı halden gaz haline dönüşür, yani buharlaşır. Balkona astığınız ıslak çamaşırlar da buharlaşma süreci sayesinde kurur.



<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Yoğunlaşma

Gaz halindeki bir maddenin sıvı hale dönüşmesi olayına ya da sürecine **yoğunlaşma** (yoğuşma) denir. Yoğunlaşmada gaz çevreye enerji verir. Gaz tanecikleri sıcaklığı düşük bir ortamla karşılaşınca çevreye enerji vererek yavaşlar ve diğer taneciklerin çekim kuvvetine karşı koyamaz hale gelir. Bu tanecikler, diğer taneciklerle birlikte bağ yaparak sıvı haline dönüşürler.

içinde buzlu su olan bir bardağın dışında havadaki su buharının yoğunlaşması gerçekleşir. Bardağın dışında su damlacıkları yoğunlaşma sürecinden dolayı oluşur.

Gözlüklü biri soğuk bir ortamdan sıcak bir ortama girerse gözlükleri buğulanır. Çünkü havadaki nem, yani su buharı, bulunduğu ortama göre daha soğuk olan gözlük camına değince yoğunlaşır.

Yağmurlu bir havada evinizin camına nefesinizi üflerseniz su damlacıklarının oluştuğunu görürsünüz. Bu olayın da nedeni nefesinizdeki sıcaklığı cama göre daha yüksek olan su buharının cama değince yoğunlaşıp sıvı hale geçmesidir.

<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>



Süblimleşme

Pek alışık olmadığımız hal değişimi durumları süblimleşme ve kırılaşmadır. Kuru buz (katı karbon dioksit) ve naftalin gibi bazı maddeler çevreden enerji alarak doğrudan katı halden gaz haline geçebilir. Arada sıvı hale hiç geçmezler. Katıdan doğrudan gaza dönüşmeye **süblimleşme** olayı ya da süreci denir. Süblimleşme de her sıcaklıkta gerçekleşir. Bir katı madde süblimleşirken çevreden enerji alır.



Resimde kuru buzun süblimleşmesi görülüyor. Katı karbon dioksit çevreden ısı alarak doğrudan gaz haline geçiyor.

<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Kırağlaşma

Bazı maddeler de çevreye enerji vererek, sıvı hale hiç geçmeden, doğrudan gaz halden katı hale değişebilir. Gazdan katıya dönüşme olayına ya da sürecine **kırağlaşma** ya da kristalleşme denir.

Resimde sıcaklığın aniden düşmesi sonucu havadaki su buharının doğrudan kristalleşmesi olan kırağlaşma görülüyor. Yaprakların ve çimenlerin üstündeki buz kristalleri kırağlaşma sonucu oluşur.



<https://fizikdersi.gen.tr/hal-degisimi-nedir-erime-buharlasma-sublimlesme/>

Buharlaşma ve kaynama arasındaki fark

Buharlařma ve kaynama bir maddenin hal değiştirme süreçleridir. Buharlařma bir maddenin **kaynamadan** sıvı halden gaz hale gećmesi sürecidir. Kaynama buharlaşmanın özel bir durumudur; bir maddenin, sadece **belirli bir sıcaklığa** eriştiğinde, sıvı halden gaz hale gećme sürecidir. En önemli fark, buharlaşmanın sıvının yüzeyinde; kaynamanın sıvının tamamında gerćekleřmesidir. Aşağıdaki tablo buharlaşma ve kaynama süreçleri arasındaki farkları gösteriyor.

Buharlaşma	Kaynama
Yavař gerćekleřir	Hızlı gerćekleřir
Sıvıda baloncuklar oluşmaz	Baloncuklar oluşur
Sıvının sadece açıkta olan yüzeyinde olur	Sıvının tamamında olur, yüzeyin altında da gerćekleřir
Her sıcaklıkta gerćekleřir	Sadece belirli bir sıcaklıkta, kaynama sıcaklığında gerćekleřir
Enerji sıvının iç enerjisinden ya da çevreden alınır	Dışarıdan düzenli ısı vermek gerekir
Sıcaklık sıvının her yerinde aynı olmayabilir	Sıcaklık sıvının tamamında aynıdır
Buharlaşma sessizdir	Kaynamada ses çıkar, fokurdama olur
Hava akımıyla (rüzgarla) hızlanır	Hava akımından etkilenmez
Sıcaklık arttıkça hızlanır	Sıcaklık değişmez sabit kalır
Basınç artarsa yavaşlar	Basınç artarsa kaynama sıcaklığı artar
Buharlaşmada sıvıyı soğutma etkisi olur	Kaynamada sıvı soğumaz

<https://fizikdersi.gen.tr/buharlasma-kaynama-arasindaki-fark-nedir/>



Buharlaşma sıvıyı soğutur. Örneğın, bir karpuzu kesip güneşte bekletirseniz bir süre sonra karpuzun soğuduğunu fark edersiniz. Çünkü sıvı molekülleri sıvıyı terk ederken gereken enerjinin bir kısmını sıvıdaki diğerk moleküllerden alırlar. Geriye kalan sıvı moleküllerinin iç enerjileri böylece azalmış olur, daha yavaş hareket ederler, dolayısıyla sıcaklıkları da azalır.

Benzer şekilde içinde su olan bir pet şişenin etrafına bir bez sarıp bezi ıslatırsanız, bir süre sonra pet şişenin içindeki suyun sıcaklığı azalır. Çünkü bezdeki sıvı haldeki su molekülleri enerjilerinin bir miktarını, bezin yüzeyindeki moleküllere aktarır. Yüzeydeki moleküller sıvıdan ayrılıp buharlaşır. Bezde kalan moleküllerin enerjileri azalır, sıcaklıkları düşer.

Yalnızca buharlaşmanın olduğı kaynamanın olmadığı örnek durumlar:

- Bir sıvının buharlaşabilmesi için kaynaması gerekmez.
- Balkona astığımız ıslak çamaşırlar yalnızca buharlaşma süreci ile kurur. Çünkü sıcaklık kaynama sıcaklığına erişmez.
- Elimize döktüğümüz kolonya sadece buharlaşır, kaynamaz. Çünkü vücut sıcaklığımız kolonyadaki alkolün kaynama sıcaklığından daha düşüktür.
- Banyodan çıktığınızda üşümenizin nedeni de suyun buharlaşırken vücudunuzdan ısı alması yani bedeninizi soğutmasıdır.

Kaynamanın olduğı örnek bir durum sıvı azotu oda sıcaklığında bir kabın içine koyduğunuzda kaynamasıdır. Çünkü azotun 1 atmosfer basınçta kaynama sıcaklığı -196°C 'dir. Oda sıcaklığı bu değerin üstündedir.

<https://fizikdersi.gen.tr/buharlasma-kaynama-arasindaki-fark-nedir/>



TERMODİNAMİK YASALARI

Latince therme (ısı) ve dynamis (güç) kelimelerinin bir araya getirilmesi ile oluşan termodinamik, “**ısının gücü**” şeklinde dilimize dönüştürülebilir. Isı Bilimi yani termodinamik sınıfın meydana getirdiği enerjiyi ve ısı enerjisi ile yapılabilecek işleri inceleyen bir bilim dalıdır.

Termodinamiğin uygulama alanları olarak otomobil motorları, uçaklar, roket ve jet motorları, uzay araçları, buhar türbinleri, gaz türbinleri, iklimlendirme sistemleri ve bilgisayarların tasarımları sayılabilir. Hatta insan vücudu da termodinamiğin önemli bir uygulama alanı olarak gösterilebilir. Kısacası, ısı gücünden yararlanılmak istenilen her alanda Termodinamik kaideler devreye girmektedir.

İş yerlerimizde ve evlerimizin içinde de termodinamiğin birçok alanını görebiliriz. Örneğin; buzdolabı, bilgisayar, televizyon, su ısıtıcısı, ütü, tencere, gazlı ve elektrikli fırınlar ya da ısıtıcılar, klima ve benzerlerinin tasarımları termodinamik ilkelerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Termodinamik yasalar çok genel bir geçerliliğe sahiptir, yani bugüne kadar bu yasalara aykırı doğada bir gözlem yapılmamıştır.

<https://www.enerjiportali.com/termodinamik-nedir/>



Termodinamikte «**sistem**» sözcüğü ne anlama geliyor?

Maddelerin fiziksel özellikleri “**makro-durum**” ve “**mikro-durum**”da farklı olarak incelenir. Makro-durum, maddelerin makroskopik özelliklerini, mikro-durum maddeleri mikroskopik özelliklerini temsil eder. Makro-durum ve mikro-durum birbirleriyle ilişkilidir ve bu ilişkideki denge durumları termodinamik yasaları ile yakından ilgilidir.

Örneğin **makroskopik enerji** sistemin bir dış referans noktasına göre sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamıyken; mikroskopik enerji sistemin molekül yapısı (potansiyel) ve molekül hareketliliği (kinetik) ile ilgilidir ve dış referans noktalarından bağımsızdır. Mikro ve makro evrende var olan tüm sistemler üç ana gruba ayrılır:

<https://evrimagaci.org/evrendeki-en-temel-yasalar-termodinamik-yasaları-nedir-neler-soyler-8505>

<https://slideplayer.biz.tr/slide/9115753/>



Mikro ve makro evrende var olan tüm **sistemler** üç ana gruba ayrılır:

1) İzole Sistemler: Bu tür sistemler çevreleriyle hiçbir şekilde etkileşimde değildirler. Yani çevreleriyle **enerji yada madde** alışverişi yapmazlar. Bu sebepten dolayı da sahip oldukları toplam enerji korunur ve buradan yola çıkarak sistemin makrodurumları bulunabilir. Bu sistemler idealize sistemler olup doğada %100 izole hiçbir sistem yoktur. Sadece çok iyi izole edilmiş sistemler vardır - ki bunlarda da az sayıda olsa dahi çevreyle bir etkileşim yine de vardır.

2) Kapalı Sistemler: Bu sistemlerde ise çevreyle **sadece enerji alışverişi vardır, madde alışverişi yoktur**. Uzun vadeli olarak enerji korunumundan bahsetmek pek mümkün değildir. Dolayısıyla bundan dolayı enerji sürekli aktarılır. Eğer ki kapalı sistemler çevresiyle denge halindeyse, enerjinin ortalama değeri olan **sıcaklık** iki sistemde de eşittir. Ve burada enerji akışı da artık durur. Sıcaklık yardımıyla sistemin makrodurumları bulunabilir.

3) Açık Sistemler: Bu sistemler çevreleriyle **hem enerji hem de madde alışverişi** içerisindedirler. Dolayısıyla bu tür sistemlerde enerji ve ya madde korunumundan bahsedilemez. Eğer ki açık sistemler çevreleriyle denge halindeler ise, enerji ve parçacık sayıları, sahip oldukları sıcaklık ve kimyasal potansiyel enerji ile ilişkilidir.

<https://evrimagaci.org/evrendeki-en-temel-yasalar-termodinamik-yasalar-nedir-neler-soyler-8505>



Termodinamiğin Sıfıncı Yasası

Bir termometrenin gösterdiği değer aslında sadece kendi sıcaklığıdır. Termometreler maddenin sıcaklığa göre değişen bir özelliğinden faydalanılarak yapılır. Termometrenin yapıldığı maddenin sıcaklığı değişince, maddenin bir özelliğinde bir değişiklik olur, böylece **termometrenin sıcaklığının** değiştiği anlaşılır. Peki nasıl oluyor da termometreler başka şeylerin sıcaklığını ölçebiliyor?

Termodinamiğin sıfıncı kanunu termometrelerin nasıl çalıştığını açıklıyor.

<https://fizikdersi.gen.tr/isil-denge-denge-sicakligi-nedir/>



Bir A sistemi bir B sistemiyle ve bir C sistemiyle ayrı ayrı ısı dengede ise, B sistemi de C sistemiyle ısı dengededir. Bu her üç sistemin de aynı anda birbirleriyle ısı dengede olması, dolayısıyla aynı sıcaklıkta olması anlamına gelir. Bu ilişkiye termodinamiğin sıfıncı kanunu denir. (Neden birinci kanun değil? Bir düşünün.)

Matematiksel olarak gösterilirse:

$$T_A = T_B \text{ ve } T_A = T_C \text{ ise}$$

$$T_B = T_C \text{ olur.}$$

$$\text{Yani } T_A = T_B = T_C$$



A sistemi termometre, B sistemi ölçülen bir bardak su ve C sistemi odadaki hava olsun. Eğer termometre suyun sıcaklığını 20 °C, odadaki havanın sıcaklığını da 20 °C olarak gösterdiyse, suyun ve havanın sıcaklığı birbirine eşittir. Denge sıcaklığı 20 °C'dir.

<https://fizikdersi.gen.tr/isil-denge-denge-sicakligi-nedir/>

Termodinamiğin Birinci Yasası (Enerji Korunumu)

Termodinamiğin 1. yasası deneysel gözlemlere dayanarak enerjinin var veya yok edilemeyeceğini ancak bir biçimden diğer bir biçime dönüşebileceğini vurgular. Bu yasa en genel anlamda şöyle ifade edilir:

Bir sistemin enerjisindeki değişim=Giren enerjilerin toplamı-Çıkan enerjilerin toplamı

Kapalı bir sistemde belli sınırlar içinde bulunan sabit bir kütle için Termodinamiğin 1. yasası şu bağıntıyla ifade edilir:

Q: Sistem sınırlarında geçiş yapan ısı değeri

W: Sistem üzerine yapılan veya sistemin yaptığı iş

ΔU : Sistemdeki toplam enerji değişimini gösterir.

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W$$



Bir örnek üzerinden Termodinamiğin birinci kanunu anlamaya çalışalım:

<https://slideplayer.biz.tr/slide/9115753/>

Şekildeki pistonlu kaptaki bulunan gaz kapalı bir sistemdir. Burada Termodinamiğin 1. yasası şöyle ifade edilir.

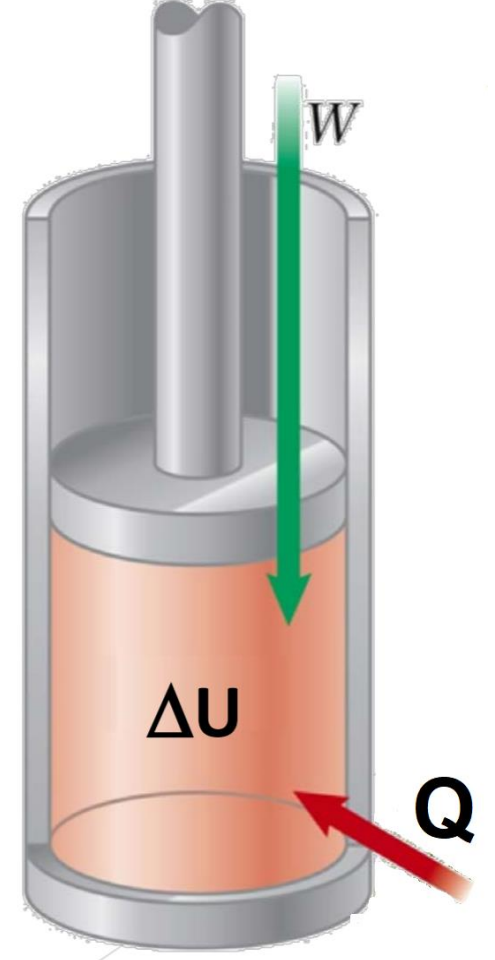


$$Q = \Delta U + W = \Delta U + P \Delta V \quad (W = F \Delta x = P A \Delta x = P \Delta V)$$

Q pozitifse sisteme ısı verilir. Bu durumda sistem iş yapar, gaz genişler ve piston yukarı kaldırır. W sistem iş yaptığı için pozitif olur.

W negatif ise sistem üzerine iş yapılır. Yani piston dış bir kuvvetle aşağı itilir, gazda sıkışma olur ve sistem dışarı ısı verir. Sistem dışarı ısı verdiği için Q negatif olur.

Pozitif W, her zaman hacimde bir genişlemeyi gösterir, negatif W ise sıkışma ve sistem üzerinde bir dış kuvvetin iş yaptığı anlamına gelir.



https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2261/mod_resource/content/1/Konu-10.pdf/

**Termodinamik İşlemler bir nicelik sabit kalırken meydana gelir
(Yukarıda verilen örnek izobarik işlemdir) :**

- İzobarik (sabit basınç) **$Q=\Delta U+P\Delta V$**
- İzovolumetrik (sabit hacim) **$Q= \Delta U$ ($W=0$)**
- İzotermal (sabit sıcaklık) **$Q=W$ ($\Delta U =0$)**
- Adyabatik (sistem ve çevresindeisi transferi yok) **$\Delta U=-W$**



https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2261/mod_resource/content/1/Konu-10.pdf/

Termodinamiğin İkinci Yasası (Entropi-Tersinir ve Tersinmez Olaylar-Entropi ve Verim)

Termodinamiğin ikinci yasası **entropi** tanımına veya bir ısı makinası temel alınarak (Kelvin Planck) açıklanabilir.

Entropi Tanımına göre Termodinamiğin 2. Yasası

Boş kapalı bir kutu içine belirli miktar sıcak gaz ekleyelim ve biraz zaman geçmesini bekleyelim. Kutuyu termal bir kamera incelersek ne görmeyi bekleriz? Tüm gaz atomlarının kutunun bir köşesinde birikmesini mi yoksa tüm gaz atomlarının gelişigüzel kutunun içine dağılmasını mı? Cevap %99,99999... oranla gelişigüzel dağılmaları olacaktır. Çünkü atomların gelişigüzel dağılma kombinasyonlarının sayısı, bir köşede sıkışıp toplanma kombinasyonlarının sayısından oldukça fazladır ve bu yüzden olasılık olarak gelişigüzel dağılmaları daha muhtemeldir!

İşte bu gelişigüzel dağılma (yayılma) durumu **entropi** ile temsil edilir. Bir sistemi oluşturan parçacıklar ne kadar çok gelişigüzel dağılmışsa (düzensizse) entropi değeri o kadar yükselir. Ancak parçacıklar ne kadar düzenli ise entropi değeri de o kadar düşer.

<https://evrimagaci.org/evrendeki-en-temel-yasalar-termodinamik-yasaları-nedir-neler-soyler-8505>



Termodinamik bir durum fonksiyonu olan entropi değeri şu formülle hesaplanır:

$$S=k \ln \Omega$$

Bu denklemden S entropi değeri, k boltzman sabiti ve Ω bir olayın veya durumun oluşma olasılığıdır.

k sabit olduğundan Ω arttıkça entropi artacaktır. Örneğin iki özdeş kabın birinde su diğerinde buz olsun. Su içindeki bir su molekülünün kabın bir köşesinden diğer köşesine gitme olasılığı (Ω), buz içindeki bir su molekülünün benzer şekilde kabın bir köşesinden diğer köşesine gitme olasılığından (Ω) daha yüksektir. Su buharında bu olasılık daha da artar. Buharda moleküller dağınık bir şekilde yayılır, suda dağınıklık kısmen azalır ve buzda moleküller diğer hallere göre daha düzenlidir. Bu nedenle buharın entropisi en yüksek, suyun entropisi buza göre daha büyüktür. Buz en küçük entropi değerine sahiptir. Sisteme ısı verildikçe entropi artar, ısı alındıkça entropi azalır. Doğada kendi haline bırakılan her şeyin entropisi artar. İdeal kapalı sistemlerde entropi denge oluşana kadar artar ve denge oluştuğunda sabit kalır.

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2261/mod_resource/content/1/Konu-10.pdf/



Sabit sıcaklıkta ısı değişimine maruz bırakılan bir sistemde entropi değişimi (ΔS) şu denklemlerle verilir:

$$\Delta S \geq \Delta Q / T$$

ΔQ ısı enerjisindeki değişim, T mutlak sıcaklıktır.

$$(S_{son} - S_{ilk}) = \Delta S$$

$\Delta S = 0$ ise sistem tersinir

$\Delta S > 0$ ise sistem tersinmez

$\Delta S < 0$ imkansız



https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2261/mod_resource/content/1/Konu-10.pdf/

Tersinir ve Tersinmez Olaylar

Termodinamiğin 2. yasasına göre sıcaklık farkı olan iki cisimden sıcak olan dan soğuk olana kendiliğinden ısı transferi gerçekleşir; ancak soğuk olandan sıcak olana kendiliğinden ısı transferi gerçekleşmez. Burada ısı transferinin olabilmesi için mutlaka bir işin yapılması gerekir.

Örneğin masanızdaki sıcak bir kahveyi oda sıcaklığında bırakırsanız zamanla çevresine ısı vererek soğuyacaktır. Fakat tam tersi soğuyan kahve kendiliğinden ısınamaz. Şayet kahve, kaybettiği ısıyı çevreden kendiliğinden geri alabilseydi çay ilk haline dönebilirdi ve bu olay **tersinir** olurdu. Ancak Termodinamiğin 2. yasasına göre bu imkansızdır. Çünkü bu bunlar **tersinmez olaylardır** denir. Doğada hiçbir sistem **tersinir** yani **geri dönüştürülebilir** değildir.

Kahveyi bir termosun içine koyarak geç ısınmasını sağlayabilirsiniz ancak sonunda yine soğuyacaktır. Termos kullanarak sistemi tersinir sürece yaklaştırmaya çalışırız ama asla tersinir hale getiremeyiz. Kahveyi tekrar ısıtarak onu ilk haline getirebiliriz ama çevreyi ilk haline geri getiremeyiz .

<https://muhendistan.com/tersinir-ve-tersinmez-hal-degisimleri/>



Verim

Mühendisler makinelerin verimini attırmak için , tersinir süreçlerle ilgilenirler çünkü makinelerin verimini arttırmanın en iyi yolu ürettiği işi arttırıp, tükettiği işi azaltmaktır. Bir motorun verimini arttırmak için çevreye verdiği ısı enerjisini (işe dönüşmeyen kayıp enerji) azaltmak gerekir. Bu kayıp tamamen engellenirse tersinir iş gerçekleşir ve verim %100 olur. Tabi ki bu termodinamiğin 2. yasası gereği imkansızdır. Ama motoru %100 verime yani tersinir duruma yaklaştırılabilir. Kısacası verim ifadesi bir sistemin tersinir duruma ne kadar yaklaşıldığının bir ölçüsüdür.

Tüm makine ve sistemler tersinmezdir. Tersinmez durum doğrudan ikinci yasa ve entropinin bir sonucudur.



<https://muhendistan.com/tersinir-ve-tersinmez-hal-degisimleri/>

Termodinamiğin Üçüncü Yasası (Mutlak Entropi-Mutlak Sıfır)

Termodinamiğin üçüncü yasası mutlak sıfır sıcaklığındaki maddelerin entropisi ile ilgilidir. Buna göre termodinamiğin üçüncü yasası: **“mükemmel bir kristalin, mutlak sıfır sıcaklığındaki entropisi sıfırdır”** şeklindedir. Bazı belirsizlikleri kaldırmak için 3.yasa «Eğer ki bir cismin sıcaklığı, mutlak sıcaklığı (0 Kelvin = -273.15 °Celsius) yaklaşırsa, cismin entropisi de sıfıra yaklaşır (kristal dizilimindeki belirsizliklerden dolayı tam sıfır olmaz, sıfıra yakın bir sabite yaklaşır!)» şeklinde de ifade edilir. Sıcaklık mutlak sıfıra yaklaştıkça bütün hareketler sıfıra yaklaşır. Bu sayının sıfır değil de bir sabit olmasının bir sebebi de üçüncü yasa sayesinde maddelerin mutlak sıfırdaki entropileri referans alınarak kimyasal tepkimelerin incelenmesinde çok yararlı olan mutlak entropi kavramının kullanılmasıdır.

Mutlak sıfır, yaklaşılabilen, ancak pratikte erişilemeyen bir sıcaklıktır. Laboratuarda 2.0×10^{-8} K e kadar düşük sıcaklıklar elde edilmiştir, ancak mutlak sıfıra erişilememiştir.

<https://evrimagaci.org/evrendeki-en-temel-yasalar-termodinamik-yasalari-nedir-neler-soyler-8505>

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2261/mod_resource/content/1/Konu-10.pdf





TEŞEKKÜRLER

